話 題

海洋・生物モニタリングの現状と問題点 ～道立水産試験場での取り組み

吉田英雄

北海道立稚内水産試験場

Present status and problems in monitoring of marine
environment and bioresources in the waters around

Hokkaido: Outline of the research work in the
Hokkaido Prefectural Fisheries Experiment Station

HIDEO YOSHIDA

Hokkaido Wakkanai Fisheries Experiment Station,

Hokkaido 097-0001, Japan

現在、公設試験研究機関の独立行政法人化という時代の流れの中で、北海道立水産試験場（以下、北水試）でも2010年4月に向けて、全国的にも類を見ない農業・水産業・林業・工業・食品産業・環境・地質および建築といった理工系複数分野の道立試験研究機関を合体して、単一の一般型地方独立行政法人「北海道立総合研究機構（仮称）」として移行する準備作業が進められている。

こうした中で、2009年2月16日に紋別市の第24回流水シンポジウムに参加する機会を得、「道北日本海からオホーツク海の沿岸における海洋生物モニタリングの必要性」という趣旨のセッションの中で、総合討論に向けて「問題点と展望」を話題提供¹⁾する役回りを与えられ、「モニタリング業務とは何なのか？」を北水試の百年間にわたる組織の変遷²⁾とともに考え、自分なりに「問題点」を整理したので、これらをベースに北水試が置かれている現状を含めて紹介したい。

1. 水産資源の特徴と水産試験場の仕事と組織

水産資源は読んで字の如しで、水が生み出す繰り返し使える再生産可能な天然資源であり、3つの大きな特徴がある。1つは水産資源の欠点であり、気候変動などの自然環境要因や漁業活動や海洋汚染などの人的要因で、①変動が激しいことであるが、欠点を理解すれば利点になる。そのためには、①'資源を予測し、資源管理が必要である。残りの2つは利点であり、水産資源は②人為的に増養殖が可能であり、③加工利用が容易で有用物質を含んでいる。

これら水産資源の3つの特徴は、まさに北水試の試験研究の推進方向（と組織体制）の3本柱そのものである。すなわち、特徴①は、管理型漁業の推進（資源管理・海洋環境部門）、②は栽培漁業の推進（資源増殖・

水産工学部門）、③は高付加価値化の推進（加工利用部門）であり、ケガニの資源管理、日本海ニシン資源増大、養殖コンブ・養殖ホタテガイ技術開発、スケトウダラの冷凍すり身技術開発など、水産資源の特徴を生かした成果を出し、技術普及にも努めてきた。

かつては水産系大学でも水産資源の3つの特徴を表した学部や学科名が使われていたが、最近のネーミングは、研究の中身がさっぱりわからなくなってしまった。しかし一方で、あまり水産になじみのないメンバーで構成されている北海道の試験研究機関評価委員の方が北水試を視察に来た時に、「水産試験場というネーミングは古い」という発言があったので、「水産」には日本人が大事にすべき意味が含まれるすばらしい単語であることを述べたが、これが現代の一般的な考えであることも、残念ながら自覚しなければならない。

さて、北水試は20世紀初頭に、千歳の官営中央孵化場^{3,4)}を分場として合併して小樽に発足し、次第に全道各地に支場を設けて行くが、まもなく孵化場とは分離し、本場も余市町に移転する。太平洋戦争後は道立水試と国立水研に分離・併置⁵⁾という時期を経て、支場の独立⁶⁾と水研との完全分離が行われ、新しく栽培漁業総合センターを設置するといった様々な組織機構改革や庁舎移転が行われてきた。

現在は、「水産業に関する試験研究を行い、その成果の普及を図り、もって水産業の興隆に寄与する」という設置目的に沿って、北海道が我が国最大の水産基地として歩むべき道筋を示す「北海道水産業・漁村振興条例（2002）」の基本理念実現に向け、全道6カ所（余市、⁷⁾稚内、⁸⁾網走⁹⁾（紋別に加工部門分庁舎）、釧路¹⁰⁾（加工部門分庁舎）、室蘭、¹¹⁾函館）に水産試験場を配置し（図1）、それぞれの場合ごとに特色のある専門性（海洋環境、水産工学、ホタテガイ増養殖、加工利用、栽培漁業などの研究拠点）を持ちつつ、本道周辺各海域を分担し、かつ連携して調査研究を実施するという体制（「地域対応型拠点水試体制」）をとっている（北海道立水産試験場中長期計画のあらまし：<http://www.fishexp.pref.hokkaido.jp/tyutyoki/tyutyoki.htm>）。転勤職場ではあるが、歴史的な経緯から研究職員は採用されれば基本的に研究職場を全うできる組織である。

地方独立行政法人「北海道立総合研究機構」は法人本部と6つの研究本部体制をとり、北水試6場は、中央水産試験場に水産研究本部を置き、道立水産孵化場（さけます・内水面水産試験場と改称予定）を加えたグループとして新たにスタートする予定である。

2. モニタリング業務とは

海洋環境および漁業・資源のモニタリングとは、海そのものである海水の温度や溶け込んでいる物質やその中で暮らす水産生物の種類組成や量が時間的にどのように変化しているかを、漁業活動の中や直属試験調査船を使って継続的に調べることである。北水試の主要課題である資源管理・漁況予測技術や栽培漁業技術そして水産加工利用技術開発のベースとなる重要な調査研究であり、過去においても現在でも北水試業務の多くを占めている。

かつてモニタリングは単なる調査であり、研究ではないとの議論が行われたこともあったが、最近では、地球温暖化やレジームシフトといった面から、長期のモニタリングデータが脚光を浴びている。学会でもモニタリングの重要性を題材にしたシンポジウムがたびたび行われており、北水試の海洋環境モニタリングについても紹介してきた。¹²⁾ 先に独法化された独立行政法人水産総合研究センター（旧水産庁水産研究所、以下、水研）の中期目標でもモニタリングは重要な課題として位置づけられている。

全国水試場長会はモニタリング予算の国としての拡充を要望し、水研もPR資料の作成等の努力をしているが、主としてデータを集めている地方の水産試験場の人員や維持管理・研究予算・調査船の削減には歯止めがかかっておらず、予算運用の自由度も狭くなっているというのが現場感覚である。例えば道の場合、もともと水産庁の補助金であった漁海況予報予算は、現在国からの交付金の中に含められて配当されているが、予算額の半分の道単予算には常に道の一律シーリングがかかっているため、漁海況予算額を維持しようとするれば、他の道単研究予算を余分に削減しなければならない。国の責任として必要な調査を地方が（地方としても必要ではあるが）格安で協力している実態にあり、シーリングのかからない全額委託をお願いしているわけである。

短期間での成果や数値目標を掲げられ、どこも自分のことで精一杯と言われればそれまでだが、大学や水研の研究者（一部の道立試験研究機関でも見られる）がある意味個人主義でやれるのに対して、水試は規模も種類も異なる様々な（ある意味エンドレスになりがちな）漁業現場や行政ニーズに組織として対応しなければならない業務の比率が高い分、複数業務担当が常識である水試研究職員の状況は厳しい。

北水試では、5年程度をめどに研究のリフレッシュと職員や家族の待遇面から、人事異動を行うが、そのロスのカバーしてデータ精度を保つための仕組みとして、「魚介類測定・海洋観測」などのマニュアル作り^{13,14)}や、調査研究技術の継承と研究レベルの維持と向上を目的とした研究グループ会議や研究者会議を独自に持ち、水研・大学との連携も行ってきた。

3. モニタリングの歴史と現状および成果

まず海洋モニタリングから見てみると、道内最古の沿岸水温観測は1897年に小樽市高島の弁天島に始まり、水産講習所が全国の灯台へ水温観測を依頼した明治末期（1910年代）の9カ所を加えて全道で10地点、太平洋戦争後には15～16地点になり、戦前の北水試と戦後北水試と分離した北海道区水研がデータベースセンターの役割を担っていた。1931年北水試本場は小樽から余市へ移転し、余市前浜での水温観測は1942年に始まるが、内外の世相や組織機構の大変化にも関わらず、余市での水温観測が今日まで継続し、弁天島での水温観測が1965年に終了するまで約22年間重複して続けられてきたことから、今日我々はデータを繋げてみることができる。しかし、9つの灯台のうち最後まで継続した宗谷岬灯台も1976年に依頼観測を終了する。

1965年頃から栽培漁業への取り組みが本格化したことを背景に、1971年からデータセンターの役割は現在の(株)北海道栽培漁業振興公社へシフトされ、大学・水産高校・水族館・漁協・個人等によるボランティア的取り組みで全道35地点での観測が始まる。現在51地点に増えて旬別平均水温が公表されて37年を経過するが、同一地点での30年を超える地点は、余市前浜を含めて17カ所にとどまっている。

より沖合の観測となると、全道一斉沖合定期海洋観測ライン（図1）および一部地点での栄養塩や動物プランクトン採集が1989年から北水試で開始され、ようやく20年を迎えたところである。なお、2010年以降は、北水試所属試験調査船4隻体制を3隻体制とすることとなっている。道内の水産研究機関では、すでに北水研で調査船1隻、北大で練習船1隻が減船されている。

次に生物モニタリングについて見ると、北水試発足後まもなく1910年には稚内・釧路・室蘭に水試場員駐在所がおかれ、全道各地の漁場開発を背景に漁獲統計資料や生物測定資料の収集が始まる。古来より重要水産魚種であったニシン、コブ、タラなどのデータは別にして、漁業別・魚種別・地区別・月別統計収集が本格的に行われるようになるのは北水試の本場・支場の設置場所がほぼ現在と同様になり、水産技術普及指導所が配置される太平洋戦争後のことである。生物測定資料の収集もニシンを除けば、継続的なデータがそろえるのは同様に戦後のことである。ところが、春ニシンは1959年の群来を最後に漁業も終焉し、調査も行われなくなってしまふ。支場が転々と場所を変更したり、市内の大火や戦災にあっているのに比べて、余市転居後の北水試本場は都市部から離れた立地であり、幸運にも戦時中の空爆や被災もわずかであった。また、古い資料や測定台帳を製本して残された先人の努力にも敬意を表したい。しかし、これらは宝の山ではあるが、使われなければ単にゴミの

図1 北水試定期海洋観測定点図と北水試関連の道内主要水産研究機関分布マップ

★道立水産試験場, ☆道立水産孵化場本場(恵庭), ●北海道区水産研究所(釧路), ▲北海道大学水産学部, 道立工業技術センター(函館), ■東京農業大学生物産業学部(網走), ◆北海道大学, 東海大学生物理工学部, さけますセンター, 道立食品加工研究センター(札幌周辺)

山でもある。

1980年代に道東海域でマサバからマイワシへの魚種交代が起こったとされる時代に、釧路水試では、関係業界への漁況予報の必要性もあり、歴代の担当者が国の委託業務以上のデータ収集を行い、年齢解析結果の提供もし、水試のAge-Length Keyなくしてマイワシ太平洋系群の資源評価はできないと高く評価されていた。そして、水試と水研の担当者同士の人間的なつながりや信頼関係の中で、データを使う側も、データ収集側の努力に対する配慮があった。現在、資源評価の教科書にもそのデータは間接的に活用されている。しかし時間がたてみると、科学論文の業績という点からみれば水試の成果はほとんどなく、引用文献も含めて水試の努力を読みとることができないのは、担当経験者として残念なことである。

もちろん解析手法の進歩があってデータが生きてくるのであるが、その逆も言えるのではないか。大学・水研・水試という役割分担に甘え、引用されるような論文を書かなかったという反省点はあるが、モニタリング業務主体の研究組織がデータのプライオリティを守り、職員

にまとめる時間を与えたり、外部の研究機関との共同研究ルールを作り、理解を得なければ、昨今の機関評価に耐え得る成果を残すことはできない。

こうしたプラスα含みのデータのプライオリティに危機感を持った北水試の申し入れと水研側の理解で、データ付きの資源評価資料として印刷公表されていた「我が国周辺の漁業資源評価(水産庁・水研総合研究センター)」資料の平成17年3月発行版から、冒頭の「利用について」の最後に、「資料中には委託事業で得られたもの以外に協力県等から提供頂いたデータも含まれているため、掲載されているデータを使用する際は水産庁に照会し引用を明記されたい」を加えることができたが、北水試が意図する目的からすればさしたるガードにはなっていない。

以上のように、情報公開が求められ、委託事業予算比率が高まり、データのオリジナリティを主張するのは厳しい時代であるが、近年、北水試でも先輩達の残したデータが日の目を見る成果が出てきている。例えば、100年にわたる長期のモニタリングで北海道沿岸でも地球の温暖化現象とつながる海水温の上昇傾向(日本海西

岸の沿岸水温は100年で約0.7℃上昇¹⁵⁾がみられ、水産資源の変動とも関連がある（ニシンは冬季の沿岸水温が低い年ほど生き残りが良いこと、またレジームシフトに伴う高水温は道西日本海の冬季のスケトウダラ産卵場形成を阻害すること^{16,17)}がわかってきた。春ニシンの生物測定データも大学や水研との共同研究で、戦前の漁況予測や資源評価の再評価が行われている。沖合一斉定期海洋観測からは、道西日本海の対馬暖流北上流がここ20年は流量が減少傾向にあることが明らかにされている。^{12,18)}

さて、年齢・成長・成熟など生物学的研究の進展により、同じ魚種でも産卵場所や生息場所の異なる系群の存在が明らかになると、精度の高い資源変動解析に耐えるデータセットは、北海道水産林務部が「北海道水産現勢」の漁獲統計収集項目を改変した1985年以降となる。

道では1995年に「北海道水産資源管理委員会」を設置し、全道で19種（延べ37海域）の資源評価を行い、「資源管理指針」策定を開始したが、20年を超えるデータの蓄積と近年の大学や水研による資源評価手法の進歩や当委員会の外部評価委員としてのアドバイもあり、精度の高い資源評価（例えばマガレイ¹⁹⁾）がようやく実現してきたところである。

ただし、「北海道水産現勢」は、水産資源の低下に伴う経営体数の減少で、地区によっては個人情報そのものであるため、公表範囲が制限されてきており、研究側も気を遣う時代になっている。

また、北水試のモニタリング業務のうち、プランクトンモニタリングは水産資源の餌として、またホタテガイ毒化の原因として、その変動も含めて水産資源や産業にとって重要課題であるが、資源研究者の食性研究と並んで手薄な分野である。外部委託に回さねばならない部分も多いが、幸いにも北水試にはこの分野を専門とする研究職員がおり（実のところは担当者の能力とモチベーションによるところが大きいのであるが）、成果もでてきている。

例えば1978年から噴火湾やオホーツク海を中心に北水試と指導所の連携で行われているホタテガイ漁業関連の沿岸海洋観測、クロロフィルa分析や貝毒プランクトン出現調査も重要な沿岸環境調査業務の一つ²⁰⁾であり、そのデータの蓄積から、ホタテガイ母貝の成長はその年の春期のクロロフィルa濃度（餌である植物プランクトン量を示す指標）に最も大きく影響していることや北海道のローカル海域でのホタテガイ採苗の良否に地球規模の環境変動（エルニーニョ、ラニーニャ）が影響していることも明らかにされている。^{21,22)}

4. 終わりに

以上のようにモニタリングの成果が出るには時間も労

力も経費もかかる。過去の事例をみると、水試の組織改革で担当部署が無くなったり、庁舎が移転したり、水産重要種の資源が壊滅して研究自体が消滅した場合にモニタリングがとぎれている。水温データ協力機関の推移をみても同様のことがいえ、個人のボランティアでは限界がある。基本は、だれでもできて、あまり経費がかからず、無理のない、簡単な項目を組織的に長く継続することが理想である。

しかし、モニタリングと一口で言ってもプランクトンソーティングや年齢査定など専門的な業務も付随するわけであり、負担を減らすため外部委託も行われてはいるが、当然経費もかかりその進みは遅くならざるを得ない。サンプルの保存場所や管理体制も脆弱である。さらに、ほとんどの研究職員は定年と同時に一線から退いてしまうため、人的財産という点からみても非常にもったいない。

一方では専門性も追求し、拠点化された部署で研究の高度化を図り成果を出すことで、トータルとして機関評価にも耐えられるようにしなければならない。

北水試は専門性の異なる研究集団であり、また転勤職場でもあり、家族の状況や個人の性格も違うため、必ずしも適材適所に配置というわけにはいかない。現在は、厳しい道財政の状況に対応するため、職員の給料はあがらず新規採用もない状況が続いている。転勤は本人にも家族にも大きな負担を強いるものなので、水試ごとに専門性を持たせたことから、専門的な分野担当の研究職員も必要な反面、モニタリングや研究マネジメントに業務が偏る研究職員の移動頻度が高くなる傾向にあり、いかに平等に職員を処遇し、組織として最大限の成果を発揮できるかが課題である。

こうした中、稚内水試の若手研究職員が、業務担当の「ミズダコ資源のモニタリングと資源評価」に加え、地理情報システムとこれまで宗谷地区周辺に蓄積されてきた道内の行政・研究機関のデータを活用して、外部資金を獲得し、大学・漁協・指導所との共同で行った「宗谷海峡の空間情報統合によるミズダコ資源管理システム（農林水産技術会議：先端技術を活用した農林水産研究高度化事業、平成18～20年度）」は、水試のモニタリング業務の未来と可能性を示す成果と言える（本誌「話題」²³⁾参照）。本人の努力や協力いただいた関係者はもとより、多くの応募課題の中から本課題を選択された農林水産技術会議委員の見識に敬意を表するものである。

さて、本来非効率で経験を生かせる漁法のほうが水産資源を持続的に利用できること、すなわち漁業では（燃費を別にして）非効率こそ広い意味で地球にやさしい、トータルでエコな産業であり、効率化を求めれば資源が枯渇するのは自明の理である。しかし一攫千金の水商売という水産業の一面を否定するつもりはない。そのあた

りの人間の欲望と水産資源の3つの特徴を理解しつつ、なるべく資源を有効に（効率的でなく）活用していくため、漁業関係者や行政担当者と協力したり、切った張ったをすることで水産試験場の仕事のおもしろさがある。

現在は、貝毒プランクトンモニタリングの例のように、食の安全性を求める消費者の意識が高まり、水産物に対してきちんとした漁業管理や環境保全が行われていることが生産者側にとっても必須条件となりつつあり、一次産業に関わる者ほど頭を使わないと時代遅れになる。

漁業関係者自体もかなり高度な資源管理用語を駆使し、（水試の見解を受け入れるかは別として）理論も理解していて、研究者側も相当勉強していないと対応できない。独法後の北水試研究職員が、公務員時代の公平・中立な立場を意識せずに発言する（できる？）という役割も期待できるかもしれない。

予算面では、水試の基本的ツールである飼育水槽や試験調査船といった維持管理やモニタリング業務は、一律に効率化係数を掛けられるものではないので、これから北水試が進もうとしている理系系総合大学の集合体に似た独法組織の中では、縦割り行政で並立していた似たような研究部署の統合や廃止を先に進めざるを得ないであろう。

しかし、北水試百年の組織の変遷を振り返ればさしたるレジームシフトでもない。ノーベル賞級の冷凍すり身技術のような成果はときどきでるから良いのであって、やはり財産はデータの蓄積である。今まで通り地域に根ざした調査研究を行うという特色を生かし、研究者は与えられた環境でベストを尽くし、今以上に地域の関係機関や外部の研究機関と連携して、モニタリングデータ（サンプル）を未来につなげていくことが重要である。

Yes, we can!

文 献

- 吉田英雄. 北海道沿岸の海洋・生物モニタリングの現状と問題点～北海道立水産試験場での取り組みを中心に～. In: The Okhotsk Sea & Cold Ocean Research Association. Proceedings of the 24th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice, 15–20 February 2009, Mombetsu, Hokkaido, Japan. 2009; 63–65 (with English abstract).
- 北海道立水産試験場. 北水試百周年記念誌. 北海道立中央水産試験場, 余市. 2001.
- 浦和茂彦. 研究のフロントから 独立行政法人さけ・ます資源管理センター. 日水誌 2005; **71**: 661–662.
- 吉住喜好. 北海道立水産孵化場の歩み. 魚と水 2005; **41**: 3–23.
- 高 幸子. 研究のフロントから 北海道区水産研究所. 日水誌 1996; **62**: 153.
- 齊藤勝男. 研究のフロントから 北海道立中央水産試験場. 日水誌 1994; **60**: 555.
- 佐野満廣. 研究のフロントから 北海道立中央水産試験場. 日水誌 2008; **74**: 710.
- 佐野満廣. 研究のフロントから 北海道立稚内水産試験場. 日水誌 2005; **71**: 392.
- 田中義行. 研究のフロントから 北海道立網走水産試験場. 日水誌 2005; **71**: 393.
- 川嶋孝省. 研究のフロントから 北海道立釧路水産試験場. 日水誌 1997; **63**: 637.
- 齊藤節雄. 研究のフロントから 北海道立栽培水産試験場. 日水誌 2006; **72**: 983.
- 吉田英雄, 中多章文, 浅見大樹, 田中伊織. 北海道沿岸における海洋環境モニタリングの現状・成果と今後の取り組み. 月刊海洋 2004; **36**: 5–10.
- 北海道立水産試験場研究職員 (丸山秀佳編). 北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル. 北海道立中央水産試験場, 余市. 1996.
- 坂口健司 (文責). スルメイカの平衡石の採取および輪紋計数マニュアル. 技術資料 No. 4. 北海道立釧路水産試験場, 釧路. 2005.
- 中央水産試験場海洋環境部. 北海道西岸の沿岸水温 100 年で 0.7°C 上昇. 海・川・魚を科学する. 水産試験研究最新成果集 Vol. 7, 北海道立水産試験場・北海道立水産孵化場, 北海道立中央水産試験場, 余市. 2008; 22–23.
- 田中伊織. 北海道西岸における 20 世紀の沿岸水温およびニシン漁獲量の変遷. 北水試研究報告 2002; **62**: 41–55.
- 三宅博哉, 田中伊織. 北海道日本海のスケトウダラ資源の変動. 月刊海洋 2006; **38**: 187–191.
- 中多章文, 田中伊織. 北海道西岸における対馬暖流傾圧流量の季節および経年変化. 北水試研究報告 2002; **63**: 1–8.
- 下田和孝, 室岡瑞恵, 板谷和彦, 星野 昇. VPA で求めた北海道北部産マガレイの資源尾数推定値の評価. 日水誌 2006; **72**: 850–859.
- 北海道立水産試験場. 北海道沿岸における貝毒の研究 (貝毒プロジェクト報告書). 技術資料 No. 3 北海道立中央水産試験場, 余市. 2000.
- 馬場勝寿, 菅原理恵子, 奥村裕弥. 噴火湾ホタテガイ養殖における採苗の良否に影響する要因について (エルニーニョ・ラニーニャの影響). 北水試だより 2009; **77**: 1–10.
- Baba, K., Sugawara, R., Nitta, H., Endou, K., Miyazono, A. Relationship between spat density, food availability, and growth of spawners in cultured *Mizuhopecten yessoensis* in Funka Bay: concurrence with El Niño Southern Oscillation. *Can. J. Aquat. Sci.* 2009; **66**: 6–17.
- 佐野 稔. 話題 宗谷海峡のミズダコの資源管理とたこ漁家経営の両立を目指した資源管理システム. 日水誌 2009; **75**: 727–730.